

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

FSU
09/890597

REC'D 29 FEB 2000

WIPO PCT

EP 00 / 320

Bescheinigung

Die Deutsche Telekom AG in Bonn/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Reduktion der Verzerrung von optischen Impulsen durch die
Polarisationsmodendispersion in optischen Übertragungs-
systemen"

am 3. Februar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüngli-
chen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
G 02 B 26/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 16. November 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Weihmayr

Aktenzeichen: 199 04 137.7

Reduktion der Verzerrung von optischen Impulsen
durch die Polarisationsmodendispersion in optischen
Übertragungssystemen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion der Verzerrung von optischen Impulsen in optischen Übertragungssystemen nach Anspruch 1 und ein optisches Übertragungssystem mit reduzierter Verbreiterung der das System durchlaufende optische Impulse nach Anspruch 5.

In der optischen Nachrichtenübertragung werden häufig optische Komponenten, beispielsweise optische Bauelemente und Glasfasern verwendet, die nur in erster Näherung isotrop oder von Natur aus optisch nicht isotrop sind. Beispielsweise weisen die in photonischen Netzen verwendeten Glasfasern im allgemeinen aufgrund des Herstellungsprozesses und des Aufbaus oder durch äußere Umstände, wie beispielsweise Temperatur- und Druckschwankungen, aber auch Biegungen der Faser selbst, optische Anisotropien auf. Diese, zum Teil ortsabhängigen Anisotropien haben auch eine optische Doppelbrechung zur Folge, die auch von Ort zu Ort in der Faser variieren kann. Die Doppelbrechung führt dazu, daß sich in einem betrachteten Faserabschnitt zwei orthogonal polarisierte Eigenwellen des Lichtes mit unterschiedlicher Phasengeschwindigkeit ausbreiten. Für den allgemeinen Fall der Transmission eines optischen Signals, insbesondere eines optischen Impulses mit beliebiger Polarisation durch die Faser bedeutet dies, daß der optische Puls aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeit der verschiedenen Polarisationskomponenten im Verlauf des Fortpflanzens verzerrt, d.h. verbreitert wird. Diese Verbreiterung der optischen Impulse limitiert insbesondere die Übertragungsrate im Übertragungssystem.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Reduktion der Verzerrung von optischen Impulsen in optischen Übertragungssystemen aufgrund der Polarisationsmodendispersion bereitzustellen, das kostengünstig durchgeführt werden kann, flexibel an das jeweilige optische Übertragungssystem angepaßt werden kann und insbesondere auch dynamische Fluktuationen in Bezug auf die Doppelbrechung berücksichtigt. Weiterhin soll ein entsprechendes optisches Übertragungssystem bereitgestellt werden, welches die erwähnten Nachteile der Systeme nach dem Stand der Technik nicht aufweist.

Dieses technische Problem löst die Erfindung zum einen mit den Verfahrensschritten umfassend die Merkmale des Anspruchs 1 und zum anderen mit den Merkmalen des Anspruchs 5.

Um die Übertragungsgüte im optischen Übertragungssystem auf einem optimalen Wert zu halten wird die Übertragungsgüte erfaßt und ein entsprechendes Signal an eine Regeleinrichtung angelegt, die eine Polarisationsstelleinrichtung zum Verändern des Polarisationszustandes der optischen Impulse ansteuert. Die Regeleinrichtung regelt die Polarisation der optischen Impulse derart, daß die Übertragungsgüte optimiert ist.

Allgemein läßt sich eine beliebige Transmissionseinrichtung, beispielsweise eine optische Faser oder eine andere optische Komponente bezüglich ihrer Doppelbrechungseigenschaften aus einer Reihe von doppelbrechenden Platten darstellen, von denen jede eine andere, statistisch variierende Doppelbrechung, Verzögerung und Orientierung aufweist. Ein derartiger Satz von doppelbrechenden Platten ist für eine bestimmte Wellenlänge charakteristisch und daher von der Frequenz des einfallenden Lichtes abhängig.

Die Erfindung setzt auf der Erkenntnis auf, daß beispielsweise eine reale Glasfaser im allgemeinen durch einen Plattensatz repräsentiert wird, der nicht durch eine

stochastische Anordnung von doppelbrechenden Platten charakterisiert wird, sondern daß es zumindest eine bevorzugte, d.h. im wesentlichen konstante Doppelbrechung in bestimmten Abschnitten der Faser gibt. Dies bedeutet, daß die optischen Eigenschaften in den genannten Abschnitten der Faser mittels einer einzelnen, dicken und/oder stark doppelbrechenden Platte beschrieben werden können. Ein sich innerhalb eines derartigen Abschnittes im Sinne eines optischen Pulses fortpflanzendes Informationssignal, welches in beide (Eigen)-Polarisationszustände des bevorzugt doppelbrechenden Faserstückes in gleichem Maße einkoppelt, wird in zwei Impulse von gleicher Intensität, aber von orthogonaler Polarisierung aufgespalten. Beide Impulsanteile weisen im Medium eine unterschiedliche Gruppengeschwindigkeit auf, wodurch eine besonders hohe Verzerrung, d.h. Verbreiterung des ursprünglich eingekoppelten Signalpulses durch die Polarisationsmodendispersion auftritt, was insbesondere die Nachrichtenübertragungsrate beschränkt.

Das Prinzip der Erfindung besteht darin, dafür zu sorgen, daß der optische Impuls sich innerhalb des optischen Übertragungssystems, das zumindest einen Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung aufweist, derartig fortpflanzt, daß das Signal im genannten Abschnitt eine Polarisierung aufweist, die einen der beiden Hauptpolarisationszustände des Abschnittes, beispielsweise eines Faserstückes, entspricht. Dadurch wird erreicht, daß die Impulsform bei der Transmission durch den Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung nicht verbreitert wird. Die optischen Impulse pflanzen sich innerhalb des Abschnittes mit bevorzugter Doppelbrechung nur in einem der beiden möglichen Kanäle fort, das heißt entweder in dem mit der hohen Fortpflanzungsgeschwindigkeit oder dem mit der langsamen Fortpflanzungsgeschwindigkeit, womit die optischen Impulse nicht aufgespalten oder verbreitert, sondern nur beschleunigt oder verzögert werden. Dies bleibt jedoch ohne nachteilige Folge in Bezug auf die Übertragungsrate, da die gesamte Impulsfolge eine Beschleunigung oder Verzögerung erfährt.

Damit wird sichergestellt, daß der Abschnitt des optischen Übertragungsmediums, welcher eine bevorzugte Doppelbrechung aufweist und somit wesentlich zur Verbreiterung der optischen Impulse beitragen kann, in Bezug auf die Polarisationsmodendispersion innerhalb des gesamten Übertragungssystems „eliminiert“ wird. Die verbleibende Verbreiterung des optischen Impulses wird somit nur noch durch die restlichen Abschnitte des Übertragungssystems hervorgerufen, welche beispielsweise durch eine stochastische Anordnung von dünnen doppelbrechenden Platten beschrieben werden kann. Die durch diese anderen Abschnitte des Übertragungssystems hervorgerufene Verbreiterung des optischen Impulses ist jedoch sehr viel geringer im Vergleich zu der möglichen Verzerrung des Impulses innerhalb des Abschnittes mit bevorzugter Doppelbrechung für den Fall, daß das Licht den letztgenannten Abschnitt nicht nur in einem der Hauptpolarisationszustände durchquert.

Die vorstehenden Erläuterungen gelten einerseits für den Fall, daß die optischen Impulse mittels der Polarisationsstelleinrichtung vor dem Eintritt in das optische Übertragungssystem derartig verändert werden, daß der Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung in einem der Hauptpolarisationszustände des Abschnittes durchquert wird und gilt andererseits auch für den Fall, daß nur der Teil des optischen Informationssignals für die Datenübertragung berücksichtigt wird, welcher in einem der Hauptpolarisationszustände des Abschnittes mit bevorzugter Doppelbrechung durch diesen Abschnitt transmittiert wird. Beide Fälle beruhen auf dem erläuterten Prinzip der Erfindung und sind demgemäß äquivalent.

Erfindungsgemäß wird die Polarisationsstelleinrichtung zum Verändern der Polarisation des Informationssignals von der Regeleinrichtung derart angesteuert, daß die Übertragungsgüte maximiert wird. Diese geregelte maximale Übertragungsgüte korrespondiert demnach beispielsweise mit dem Fall, daß das optische Informationssignal sich innerhalb des Abschnittes

mit bevorzugter Doppelbrechung in einem der beiden Hauptpolarisationszustände fortpflanzt oder daß nur der Teil des optischen Informationssignals berücksichtigt wird, auf den dieses zutrifft.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die Maximierung der Übertragungsgüte zeitlich beabstandet wiederholt durchgeführt. Damit lassen sich zeitliche Fluktuationen der Größe und Orientierung der Doppelbrechung, die einen negativen Einfluß auf die Verzerrung der optischen Impulse haben können, vermindern. Diese, schon oben stehend erwähnten Fluktuationen, beispielsweise durch Temperaturschwankungen in einer optischen Faser hervorgerufen, können bewirken, daß die optischen Impulse den Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung nicht mehr in einem von dessen Hauptpolarisationszustände durchqueren. Mittels der zeitlich beabstandeten Wiederholung der Maximierung der Übertragungsgüte wird die durch die Fluktuation hervorgerufene Verbreiterung des optischen Impulses wieder rückgängig gemacht.

Um der zeitlichen Veränderung des Polarisationszustandes am Eingang des optischen Übertragungssystems Rechnung zu tragen, kann dem Übertragungssystem das Polarisationsstellelement vorgeschaltet sein. Durch die Regelung des Polarisationsstellelementes wird sichergestellt, daß der Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung trotz zeitlich fluktuierender Größe und Orientierung der Doppelbrechung innerhalb des Übertragungssystems, von den optischen Impulsen in einem der beiden Hauptpolarisationszustände des Abschnittes durchquert wird.

Um das Licht verlustlos in den notwendigen Polarisationszustand umzuwandeln, kann die Polarisationsstelleinrichtung eine $\lambda/4$ - eine $\lambda/2$ - und eine weitere $\lambda/4$ -Verzögerungseinrichtung umfassen, wobei die Verzögerungseinrichtungen hintereinander angeordnet und jeweils einstellbar sind. Mit einer solchen

Polarisationsstelleinrichtung kann Licht, beispielsweise Lichtimpulse mit einem beliebigen Polarisationszustand in Licht mit einem anderen, beliebigen Polarisationszustand übergeführt werden.

Die Polarisationsstelleinrichtung kann aber auch am Ausgang des Übertragungssystems angeordnet sein, was die Regelung vereinfacht, da die Ermittlung der Übertragungsgüte genauso wie die Regelung als auch die Polarisationsstelleinrichtung am gleichen Ort durchgeführt wird. Um nur den Anteil des Lichtes zu berücksichtigen, welches sich in dem Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung in einem der Hauptpolarisationszustände fortgepflanzt hat, ist hinter den Polarisationsstellelementen zusätzlich ein Analysator angeordnet.

Ist dieser Analysator ein linearer Analysator, so vereinfacht sich die Polarisationsstelleinrichtung dahingehend, daß diese nur eine $\lambda/4$ - und eine $\lambda/2$ -Verzögerungseinrichtung umfaßt, die jeweils einstellbar, das heißt drehbar sind. Mit einer derartigen Polarisationsstelleinrichtung kann Licht mit einer beliebigen Polarisation - hier Licht, welches den Abschnitt mit bevorzugter Doppelbrechung in einem von dessen Hauptpolarisationszustände transmittiert hat - in Licht mit einer linearen Polarisation - hier Licht, welches in Durchlassrichtung zum Analysator polarisiert ist - überführt werden.

In beiden das Prinzip der Erfindung nutzenden Anordnungen und Verfahren können die verwendeten Verzögerungseinrichtungen je nach spezieller Anwendung, beispielsweise in Abhängigkeit der verwendeten Wellenlänge ein Flüssigkristallelement oder einen elektrooptischen Kristall umfassen. Diese Verstellelemente weisen den Vorteil auf, daß sie antriebslos, das heißt elektrisch verstellt werden können. Erfolgt die Regelung mit nicht zu hohen Frequenzen, können auch einfache, mechanisch bewegliche Stellelemente verwendet werden.

Die Erfindung wird im folgenden unter Zugrundelegen einiger Ausführungsbeispiele mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben, wobei

Fig. 1 eine Ausführungsform der Erfindung zeigt, bei welcher das Polarisationsstellelement vor dem optischen Übertragungssystem angeordnet ist und

Fig. 2 eine Ausführungsform der Erfindung zeigt, bei welcher das Polarisationsstellelement am Ausgang des Übertragungssystems platziert ist.

Erfindungsgemäß umfaßt das optische Übertragungssystem mit reduzierter Verzerrung der das System durchlaufenden optischen Impulse ein optisches Übertragungsmedium, das sich aus verschiedenen Abschnitten zusammensetzt. Diese können optische Komponenten, beispielsweise Faserkoppler, Schalter, Verstärker und andere Bauelemente, aber auch optische Leitungen (Fasern) umfassen. Zumindest ein Abschnitt des Übertragungssystems weist eine bevorzugte Doppelbrechung auf. Weiterhin umfaßt das erfindungsgemäße optische Übertragungssystem eine Einrichtung zur Bestimmung der Übertragungsgüte am Ende des Übertragungssystems. Diese Einrichtung gibt ein von der Übertragungsgüte abhängiges Ausgangssignal ab, welches am Eingang einer Regeleinrichtung anliegt. Diese Regeleinrichtung steuert eine Polarisationsstelleinrichtung an, die von den optischen Impulsen transmittiert wird und somit zum Verändern der Polarisation der optischen Impulse eingerichtet ist. Unter Ansprüchen der erfaßten Übertragungsgüte des Übertragungssystems wird die Polarisationsstelleinrichtung derartig angesteuert, daß die Übertragungsgüte maximiert wird, d. h. die verschiedenen Parameter zum Einstellen der Stellelemente der Polarisationsstelleinrichtung werden solange verändert, bis die Übertragungsgüte optimal ist und sich nicht weiter verbessern läßt.

Im einzelnen erfolgt die Regelung des Polarisationsstellelementes so, daß die Übertragungsgüte gemessen wird, das Stellelement anschließend etwas in eine beliebige Richtung in einem Parameterraum verstellt wird. Daraufhin wird die Übertragungsgüte erneut gemessen. Ist die Übertragungsgüte größer geworden, so verstellt die Regeleinrichtung das Stellelement weiter in diese Richtung, ansonsten in die entgegengesetzte Richtung. Ändert sich die Übertragungsgüte wenig oder gar nicht, so verstellt die Regeleinrichtung das Polarisationsstellelement in eine zur ersten orthogonalen Richtung im Parameterraum. Dieses Verfahren führt zu einem lokalen Maximum der Übertragungsgüte im Parameterraum des Polarisationsstellelementes. Das Verfahren wird in gewissen Abständen wiederholt und die Übertragungsgüte des Übertragungssystems dadurch auf einem hohem Niveau gehalten.

Zur Feststellung der Übertragungsgüte kann beispielsweise die Bitfehlerrate dienen. Sie wird mit speziellen Meßinstrumenten ermittelt und gibt als Verhältnis an, wieviel Lesefehler in einer bekannten Folge von übertragenen Impulsen auftreten. In einer anderen Ausführungsform der Erfindung dient als Maß für die Übertragungsgüte des Übertragungssystems das sogenannte Augendiagramm. Weiterhin kann auch die Polarisationsmodendispersion selbst als Maß für die Übertragungsgüte dienen. Wie die Bitfehlerrate und das Augendiagramm kann diese allerdings nur mit relativ viel Aufwand bestimmt werden. Daher findet in den meisten Ausführungsformen der Erfindung die bei vielen digitalen Übertragungsverfahren übliche Redundanzüberwachung Anwendung, um ein Maß für den Übertragungsfehler und damit die Übertragungsgüte im Übertragungssystem zu erhalten.

Bei der Redundanzüberwachung werden aus dem zu übertragenden Datensatz (Payload) die sogenannte Paritätsinformationen (Parity Bytes) berechnet und dem Datensatz hinzugefügt. Die

Paritätsinformation wird aus einer einfachen Berechnung gewonnen. Momentan ist sie für optische Übertragungssysteme mit synchroner digitaler Hierarchie definiert als Rest einer Quotientenbildung aus dem Payloadcode und einem voreingestellten Schlüsselcode. An allen Punkten der optischen Übertragungsstrecke, an denen die Signale digital ausgewertet werden können, kann die Paritätsinformation entnommen und Datenblöcke mit fehlerhaften Informationen sofort erkannt werden. Im Gegensatz zur Bitfehlerrate gestattet die beschriebene Redundanzüberwachung nur die Bestimmung einer Datenblockfehlerrate, da jedem Parity Byte jeweils ein ganzer Datensatz zugeordnet ist, der demnach nur als Ganzes überprüft werden kann. Da bei der Signalverzerrung, das heißt der Verbreiterung des optischen Impulses aufgrund der Polarisationsmodendispersion aber typischerweise keine sogenannten Burstfehler auftreten, d. h. die Fehler in etwa zeitlich gleich verteilt sind, ist die Redundanzüberwachung und ein sich daraus ergebendes Signal Q als Eingangssignal für die Regelungseinrichtung geeignet.

Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optischen Übertragungssystems 1 mit reduzierter Verzerrung des das System durchlaufende Informationssignal. Das optische Informationssignal in Form von optischen Impulsen transmittiert durch ein Polarisationsstellelement 3 bevor es in das optische Übertragungsmedium 5 eintritt. Dieses optische Übertragungsmedium 5 umfaßt verschiedene Abschnitte 5', 5'', 5''', wobei in dem vorliegenden Beispiel der Abschnitt 5'' ein Abschnitt ist, in welchem eine bevorzugte Doppelbrechung auftritt. Im vorliegenden Fall stellt das optische Übertragungsmedium eine Glasfaserstrecke dar. Die anderen Abschnitte 5', 5''' weisen in Bezug auf die Doppelbrechung eine stochastische Verteilung auf. Diese Bereiche lassen sich demnach durch eine zufällig Anordnung von doppelbrechenden Platten charakterisieren. Hinter dem Übertragungsmedium fällt

das optische Informationssignal, beispielsweise ein optischer Impuls auf einen Strahlteiler 7, welcher einen geringen Teil des nachrichtenübertragenden Lichtstromes auskoppelt. Ein Detektor 8 wandelt den ausgekoppelten Teil des Informationssignals in ein elektrisches Signal um, welches an einer Einrichtung 2 zur Bestimmung der Übertragungsgüte des Übertragungssystems 1 anliegt. In der Einrichtung 2 wird mittels der oben beschriebenen Redundanzüberwachung ein Signal Q erzeugt, welches ein Maß für die Übertragungsgüte darstellt. Dieses Signal wird über eine Datenleitung 9, welche im wesentlichen parallel zum optischen Übertragungsmedium 5 verläuft, zur Regeleinrichtung 4 als Eingangssignal geführt. In einer bestimmten Ausführungsform der Erfindung ist die Datenleitung 9 ein spektraler Kanal der optischen Faser 5. Die Regeleinrichtung steuert die Polarisationsstelleinrichtung 3 zum Verändern der Polarisation des Informationssignals I an.

Zur Reduktion der Verzerrung, beispielsweise der Verbreiterung von Informationssignalen, d.h. der optischen Impulse, wird unter Ansprechen der erfaßten Übertragungsgüte des Übertragungssystems 1 die Polarisationsstelleinrichtung 3 von der Regeleinrichtung 2 derart angesteuert, daß die Übertragungsgüte maximiert wird. Die oben stehende beschriebene Regelung hat zur Folge, daß das Licht in dem Abschnitt 5'' mit der bevorzugten Doppelbrechung eine Polarisation aufweist, die einem der Hauptpolarisationszustände des Abschnittes entspricht, so daß innerhalb dieses Bereiches keine Verzerrung, das heißt z.B. Verbreiterung des Signals auftritt. Auf diese Weise wird bezüglich der Polarisationsmodendispersion der Bereich „eliminiert“, welcher ansonsten wesentlich zur Verzerrung des Signals beitragen würde.

Um zeitliche Fluktuationen der Doppelbrechung und die daraus resultierenden Folgen zu kompensieren, ist vorgesehen, die

Maximierung der Übertragungsgüte zeitlich beabstandet wiederholt durchzuführen. Damit wird erreicht, daß zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Polarisierung des Lichtes innerhalb des Abschnittes 5'' mit der bevorzugten Doppelbrechung immer parallel zu einem der Hauptpolarisationszustände des Abschnittes der Übertragungsmediums polarisiert ist.

Die Polarisationsstelleinrichtung 3 in Fig. 1 umfaßt eine $\lambda/4$ -, eine $\lambda/2$ - und eine weitere $\lambda/4$ -Verzögerungseinrichtung, wobei diese Verzögerungseinrichtungen hintereinander angeordnet und jeweils einstellbar, das heißt drehbar sind. Die drei Freiheitsgrade der Polarisationsstelleinrichtung werden über die Regeleinrichtung 4 entsprechend dem oben stehenden Verfahren geregelt. Mittels der gesamten Einrichtung 3 läßt sich jede beliebige Polarisation in eine weitere beliebige Polarisation umwandeln. Als Verzögerungseinrichtungen können Flüssigkristallelemente, elektrooptische Kristalle oder mechanisch, elektromotorisch oder piezoelektrisch verstellbare Verzögerungseinrichtungen, beispielsweise Faserschleifen umfaßt sein.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher die Polarisationsstelleinrichtung 3 hinter dem Übertragungssystem umfassend das Übertragungsmedium 5 mit zumindest einem Abschnitt 5'', welcher eine bevorzugte Doppelbrechung aufweist, angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform befindet sich hinter der Polarisationsstelleinrichtung ein Analysator 6, welcher die signalverbreiternden oder -verzerrenden Polarisationsanteile des optischen Nachrichtenflusses je nach Ausführungsform des Analysators absorbiert oder deflektiert. Wieder wird ein geringer Teil des Nachrichtenflusses mittels des Strahlteilers 7 abgespalten und dem Detektor 8 zugeführt. Mit dessen Ausgangssignal wird eine Regeleinrichtung 2 gespeist, welche ein Signal Q abgibt, das ein Maß für die Übertragungsgüte ist. Dieses Signal wiederum ist die

Eingangsgröße für die Regeleinrichtung 4, welche die Polarisationsstelleinrichtung 3 ansteuert. In der beschriebenen Ausführungsform der Erfindung umfaßt der Analysator 6, wie oben stehend dargestellt, einen linearen Polarisator, so daß das Polarisationsstellelement nur noch einen beliebigen Polarisationszustand in einen festen linearen Polarisationszustand umwandeln muß. Dies läßt sich mit einer $\lambda/4$ - und einer $\lambda/2$ -Verzögerungseinrichtung realisieren, die hintereinander angeordnet und jeweils einstellbar, das heißt drehbar ist.

Die optimale Einstellung der Polarisationsstelleinrichtung liegt dann vor, wenn das Licht, das in dem Faserstück mit bevorzugter Doppelbrechung den einen Hauptpolarisationszustand einnahm, auf Licht mit der Durchlaßpolarisation des Analysators abgebildet wird, wohingegen das Licht, das den anderen Polarisationszustand einnahm, auf Licht mit dem Sperrpolarisationszustand des linearen Polarisators abgebildet wird. Bevorzugt sollte das Licht, welches auf die Durchlaßpolarisation des Analysators abgebildet wird, den höheren Intensitätsanteil der gesamten Signalintensität aufweisen. Aus diesem Grund ist das Regelgerät derartig eingerichtet, daß es bei zu geringer optischer Intensität des Nachrichtenflusses hinter dem Analysator auf die andere Hauptpolarisationsrichtung des Abschnittes des Übertragungssystems, vorliegend eines Faserstückes 5'' mit der bevorzugten Doppelbrechung umschaltet.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann anstelle des Strahlteilers 7 und des Detektors 8 in Figuren 1 und 2 die Messung der Übertragungsgüte gleichzeitig mit der Detektion der Information selbst direkt durch den Hauptdetektor am Ausgang der Übertragungsstrecke erfolgen.

Ansprüche:

1. Verfahren zur Reduktion der in einem optischen Übertragungssystem (1) durch die Polarisationsmodendispersion hervorgerufene Verzerrung von optischen Impulsen (I), dadurch gekennzeichnet, daß unter Ansprechen der erfaßten Übertragungsgüte des Übertragungssystems eine Polarisationsstelleinrichtung (3) zum Einstellen der Polarisation des optischen Impulses derart angesteuert wird, daß die Übertragungsgüte maximiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisation der optischen Impulse zur Optimierung der Übertragung in vorbestimmten Zeitabständen erneut eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisation des optischen Signals (I) am Anfang des optischen Übertragungssystems geregelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Polarisationsstelleinrichtung (3) die Polarisation der optischen Impulse am Ende des optischen Übertragungssystems (5) verändert wird und das Signal (I) nach dem optischen Übertragungssystem einen Analysator (6) durchläuft.
5. Optisches Übertragungssystem (1) mit reduzierbarer Verzerrung des das System durchlaufende optische Impulse zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend

- ein optisches Übertragungsmedium
- eine Einrichtung (2) zur Bestimmung der Übertragungsgüte des Übertragungssystems, dessen Ausgangssignal am Eingang
- einer Regeleinrichtung (4) anliegt, die eine
- Polarisationsstelleinrichtung (3) zum Verändern der Polarisation der optischen Impulse derart ansteuert, daß eine Optimierung der Übertragungsgüte erfolgt.

6. Optisches Übertragungssystem Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisationsstelleinrichtung (3) am Eingang des Übertragungsmediums angeordnet ist.
7. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisationsstelleinrichtung (3) am Ausgang des Übertragungsmediums angeordnet ist und weiterhin in Fortpflanzungsrichtung des Lichtes hinter der Polarisationsstelleinrichtung (3) ein Analysator (6) angeordnet ist.
8. Optisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarisationsstelleinrichtung (3) eine $\lambda/4$ -Verzögerungseinrichtung, eine $\lambda/2$ -Verzögerungseinrichtung und eine weitere $\lambda/4$ -Verzögerungseinrichtung umfaßt, wobei die Verzögerungseinrichtungen in dieser Reihenfolge hintereinander angeordnet und jeweils einstellbar sind.
9. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Analysator (6) ein linearer Analysator ist und die

Polarisationsstelleinrichtung (3) eine $\lambda/4$ - und eine $\lambda/2$ -Verzögerungseinrichtung umfaßt, welche einstellbar sind.

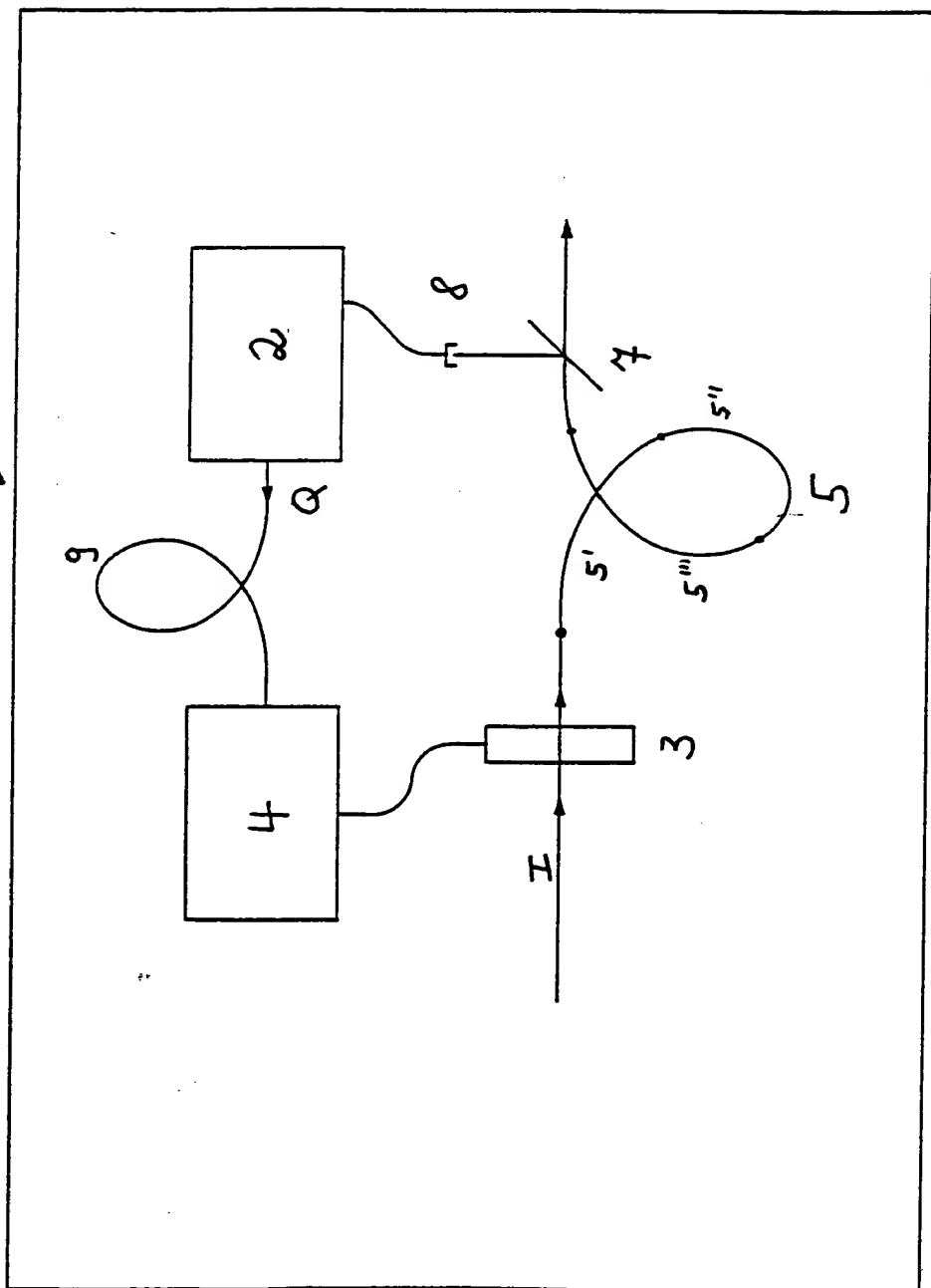
10. Optisches Übertragungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Verzögerungseinrichtung ein Flüssigkristallelement umfaßt.
11. Optisches Übertragungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Verzögerungseinrichtung einen elektrooptischen Kristall umfaßt.
12. Optisches Übertragungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß — zumindest eine Verzögerungseinrichtung ein mechanisch, elektromotorisch oder piezoelektrisch verstellbares Element aus drei Faserschleifen umfaßt.

Zusammenfassung

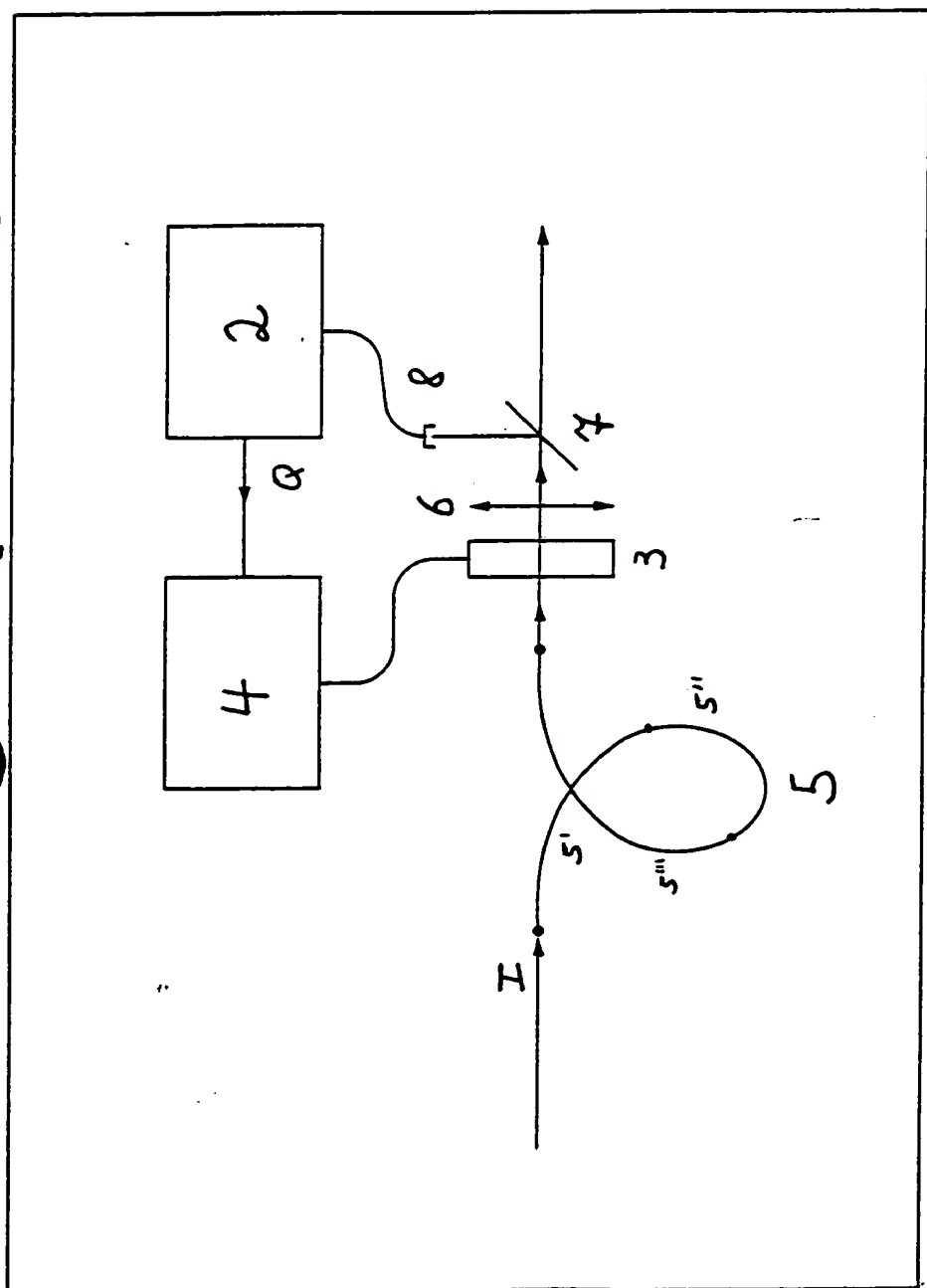
Reduktion der Verzerrung von optischen Impulsen durch die Polarisationsmodendispersion in optischen Übertragungssystem

Bei der Transmission eines optischen Impulses mit beliebiger Polarisation durch ein optisches Übertragungssystem, welches zumindest abschnittsweise optisch anisotrop ist, wird im allgemeinen der optische Impulse aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten für die verschiedenen Polarisationskomponenten verzerrt. Diese Verzerrung der optischen Impulse vermindert insbesondere die maximale Übertragungsrate des Systems.

Eine Abhilfe schafft einerseits ein Verfahren, bei welchem unter Ansprechen der erfaßten Übertragungsgüte des Übertragungssystems eine Polarisationsstelleinrichtung zum Einstellen der Polarisation des optischen Impulses derart angesteuert wird, daß die Übertragungsgüte maximiert wird und zum anderen ein optisches Übertragungssystem, welches ein optisches Übertragungsmedium, eine Einrichtung zur Bestimmung der Übertragungsgüte des Übertragungssystems, eine Regeleinrichtung und eine Polarisationsstelleinrichtung umfaßt. Das Ausgangssignal der Einrichtung zur Bestimmung der Übertragungsgüte des Übertragungssystems liegt an der Regeleinrichtung an, welche die Polarisationsstelleinrichtung zum Verändern der Polarisation der optischen Impulse derart ansteuert, daß eine Optimierung der Übertragungsgüte erfolgt.



FIGUR 1



FIGUR 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)